



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 851 175 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.07.1998 Patentblatt 1998/27

(51) Int. Cl.⁶: **F23G 7/06**, F23G 5/30,
F23J 15/02, F23J 15/06,
F23C 11/02

(21) Anmeldenummer: **97121573.6**

(22) Anmeldetag: **08.12.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Müller, Patrick**
8006 Zürich (CH)
• **Koller, Felix**
5106 Veltheim (CH)

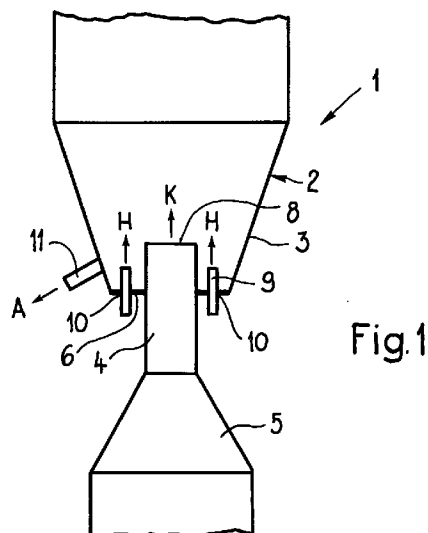
(30) Priorität: **30.12.1996 CH 3200/96**

(74) Vertreter:
Patentanwälte
Schaad, Balass, Menzl & Partner AG
Dufourstrasse 101
Postfach
8034 Zürich (CH)

(71) Anmelder:
Von Roll Umwelttechnik AG
8005 Zürich (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung von Prozessgasen in einer zirkulierenden Wirbelschicht**

(57) Prozessgase, insbesondere Prozessabgase aus der Abfallverbrennung, werden von unten über einen venturidüsenartigen Eintritt in eine zirkulierende Wirbelschicht eingeleitet und bilden einen Kernstrahl (K). Konzentrisch zum Kernstrahl (K) werden in einer ringförmigen Randzone (6) Hilfgasströme (H) in die Wirbelschicht eingedüst. Dadurch werden die in Randbereichen der Wirbelschicht nach unten sinkenden Wirbelschicht-Feststoffpartikel in den Kernstrahl (K) gefördert.



EP 0 851 175 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein Verfahren dieser Art ist aus der DE-A-33 07 848 bekannt. Bei diesem Verfahren werden Prozessabgase, wie brennbare Bestandteile enthaltende Verbrennungsgase, über eine venturidüsenartige Eintragsvorrichtung einem nach dem Prinzip einer zirkulierenden Wirbelschicht funktionierenden Wirbelschichtreaktor zugeführt und dort nachverbrannt und gereinigt. Im Unterschied zur "klassischen" stationären Wirbelschicht, bei der die feststoffhaltige Phase durch einen deutlichen Dichtesprung von dem darüber befindlichen Gasraum getrennt ist, werden bei diesem Verfahren - d.h. bei der zirkulierenden Wirbelschicht - Verteilungszustände des zirkulierenden Feststoffes ohne definierte Grenzschicht angestrebt, bei denen die Feststoffkonzentration innerhalb des Reaktors von unten nach oben abnimmt.

Erwünscht ist eine stetige Abnahme der Feststoffkonzentration von unten nach oben innerhalb der zirkulierenden Wirbelschicht. Dies konnte bisher bei zirkulierenden Wirbelschichten mit venturiartiger Eintragungsvorrichtung nicht erreicht werden. Es wurde beobachtet, dass Feststoffpartikel in den Randbereichen der Wirbelschicht nach unten sinken und sich im untersten, engsten Bereich des unten konisch verjüngten Wirbelschichtreaktors ansammeln. Diese Feststoffpartikel werden dann an dieser Stelle umgewälzt und gelangen kaum noch in Zirkulation. Insbesondere bei Behandlung von Prozessgasen mit klebrigen Komponenten, z.B. geschmolzenem Feststoff wie Flugasche, entstehen feste Agglomerationen, die an dieser Stelle Tennisballgrösse erreichen können. Die Feststoffansammlung im unteren Bereich des Wirbelschichtreaktors erzeugt eine Einengung an der Eintrittsstelle im Wirbelschichtreaktor, wodurch der Prozessgasstrom eingeeengt und beschleunigt wird. Dadurch steht weniger Zeit für die Behandlung der Prozessgase zur Verfügung als vorgesehen. Die inhomogene Verteilung des Feststoffes bewirkt einen ungenügenden Wärmeaustausch und Temperatursprünge im Reaktor.

Ein weiterer Nachteil der bekannten zirkulierenden Venturi-Wirbelschicht besteht darin, dass der Feststoffumlauf kleiner ist, als bei einer konventionellen Wirbelschicht.

Aus der US-PS 4,934,282 ist es bekannt, eine stationäre Wirbelschicht (Fliessbett) zur Verbrennung von festen Brennstoffen derart auszubauen, dass ein geringer Teil des Wirbelbettmaterials aus dem Reaktor ausgetragen und rezirkuliert wird. In die feststoffhaltige Phase wird von unten neben der zentral eingeleiteten Verbrennungsluft über mehrere im Boden des Reaktors angeordnete Eintrittsöffnungen zusätzliche Luft eingeblasen, um die ansonsten nur mässige Feststoffbewegung im Fliessbett zu steigern. Dennoch ist bei dieser Wirbelschicht nach wie vor ein deutlicher Dichtesprung

zwischen dem unteren Fliessbett und dem oberen Gasraum vorhanden, und es gelangt nur ein Bruchteil des Feststoffes in den Umlauf.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie einen Wirbelschichtreaktor zur Durchführung des Verfahrens mit einer von unten nach oben stetig abnehmender Suspensionsdichte der Reststoffpartikel zu schaffen. Dies führt zu einem verbesserten Wärmeaustausch und einer gleichmässigen Temperaturverteilung.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen der Ansprüche 1 und 10 angegebenen Merkmale gelöst.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemässen Verfahrens und des Wirbelschichtreaktors zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens sind in abhängigen Ansprüchen definiert.

Es wurde überraschenderweise gefunden, dass durch Verminderung des Eintrittsquerschnittes des Prozessgases unter gleichzeitiger konzentrischer Einführung von Hilfsgasströmen in der verbleibenden ringförmigen Randzone eine bessere Durchmischung von Feststoffpartikeln und Prozessgasen innerhalb der zirkulierenden Wirbelschicht und dadurch eine stetige Verteilung der Feststoffpartikel erzielt wird. Erfindungsgemäss lässt sich die stetige Verteilung sogar bis zur etwa exponentiellen Verteilung optimieren.

Erfindungsgemäss wird ein Zirkulationszustand in einer zirkulierenden Venturi-Wirbelschicht erreicht, wie er in einer üblichen zirkulierenden Wirbelschicht mit einem mit Düsen bestückten Anströmboden vorliegt. Der Feststoffumlauf wird im Vergleich zu den bisher bekannten Venturi-Wirbelschichten mehr als 30-fach vergrössert.

Unter Prozessgasen werden Industrieabgase, insbesondere solche aus der Abfallverbrennung, verstanden. Die erfindungsgemässe Behandlung solcher Gase beinhaltet beispielsweise Kühlung, Trockenreinigung (Entfernung von HCl, SO₂ etc.) und/oder Nachverbrennung. Der Einsatz einer zirkulierenden Wirbelschicht zur Kühlung (Quenchen), Trockenreinigung oder Nachverbrennung von Prozessgasen aus einer Feuerung und seine Vorteile sind aus der obengenannten DE-A-33 07 848 bekannt. Die Prozessgase werden dabei als Fluidisierungsgas eingesetzt; als Wirbelschicht-Feststoff wird beispielsweise Sand, ein Adsorbens und/oder ein Reagens verwendet. In bevorzugter Weise wird jedoch das Bettmaterial zumindest zu einem Teil aus der der Feuerung entstammenden Flugasche gebildet. Das Bettmaterial zeichnet sich als ein ausgezeichneter Wärmeträger aus, der bei geeigneter Feststoffpartikelverteilung eine gleichmässige Temperaturverteilung im Wirbelschichtreaktor ermöglicht, wobei die Temperatur in an sich bekannter Weise, z.B. über einen externen Fliessbettkühler, gut regelbar ist.

Durch die Erfindung können die von einer zirkulierenden Wirbelschicht gebotenen Möglichkeiten besser ausgenützt werden. Insbesondere laufen erfindungsge-

mäss - als Folge der sprungfreien, d.h. stetigen Feststoffpartikelverteilung - Reaktionen und Wärmeaustausch schneller ab. Dadurch kann die Verweilzeit verkürzt bzw. die Reaktoren können kleiner dimensioniert werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen rein schematisch

Fig. 1 im vertikalen Mittelschnitt einen unteren Teil eines Wirbelschichtreaktors zum Durchführen des erfindungsgemässen Verfahrens gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel und

Fig. 2 im vertikalen Mittelschnitt einen unteren Teil eines Wirbelschichtreaktors zum Durchführen des erfindungsgemässen Verfahrens gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Gemäss Fig. 1 und 2 weist ein Wirbelschichtreaktor 1, 1', von dem in der Zeichnung nur der untere Teil dargestellt ist, einen sich konisch nach oben erweiternden DiffusorBereich 2 auf, in welchen ein zylindrischer Kanal 4 zum Einführen der zu behandelnden Prozessgase mündet. Die einen Kernstrahl K bildenden Prozessgase strömen in Pfeilrichtung durch den zylindrischen Kanal 4 in den Wirbelschichtreaktor, 1, 1'. Der Diffusor-Bereich 2 bildet zusammen mit dem zylindrischen Kanal 4 sowie einem an diesen unten anschliessenden Konfusor 5 einen venturidüsenartigen Eintritt für die Prozessgase.

Zwischen dem Kanal 4 und der Diffusor-Wand 3 ist eine den Kanal 4 umgebende ringförmige Bodenrandzone 6 angeordnet, die den unteren Abschluss des Diffusor-Bereiches 2 bildet.

Gemäss der in Fig. 1 dargestellten Ausführung ist die Austrittsöffnung 8 des zylindrischen Kanals 4 gegenüber der Bodenrandzone 6 ins Innere des Wirbelschichtreaktors 1 versetzt. Bei einer in Fig. 2 dargestellten anderen Variante eines Wirbelschichtreaktors 1' liegt die Austrittsöffnung 8' in der gleichen Ebene wie die Bodenrandzone 6.

Konzentrisch zum Kanal 4 sind gemäss Fig. 1 in der ringförmigen Bodenrandzone 6 mehrere, vorzugsweise gleichmässig um den Kanal 4 verteilte Bodenöffnungen 10 angeordnet, in welche ins Innere des Wirbelschichtreaktors 1 mündende Düsen 9 eingesetzt sind. Über die Düsen 9 werden in den Wirbelschichtreaktor 1 konzentrisch und vorzugsweise parallel zu dem aus der Austrittsöffnung 8 austretenden Kernstrahl K mehrere mit Pfeilen H bezeichnete Hilfsgasströme in den Wirbelschichtreaktor 1 eingedüst.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Variante werden die Hilfsgasströme über in mehreren Kreisen konzentrisch um den Kanal 4 angeordnete Bodenöffnungen 10' eingedüst, wodurch eine gleichmässige Bodenfluidisierung in der ringförmigen Bodenrandzone 6 erreicht wird. Es ist selbstverständlich auch möglich, die Hilfsgasströme

sowohl über die Düsen 9 als auch über die Bodenöffnungen 10' gleichzeitig einzudüsen. Die Hilfsgasströme können entweder von einem zusätzlichen Gas oder teilweise oder ganz vom Prozessgas gebildet werden. Bei einer im Wirbelschichtreaktor stattfindenden Nachverbrennung wird mit Vorteil ein sauerstoffhaltiges Gas, vorzugsweise mit den Hilfsgasströmen H, zugeführt.

Die Erfindung wird weiter anhand des nachfolgenden Beispiels veranschaulicht.

Beispiel

In die Nachbrennkammer einer Pilotanlage für die Nachverbrennung von Prozessgasen wurden als Hilfsgasströme über 12 Lanzen mit einem Durchmesser von 10 mm zwischen 50 und 250 m³/h i.N. (entsprechend einer Austrittsgeschwindigkeit von 15-75 m/s i.N.) Luft eingedüst. Mit einem weiteren Hilfsgasstrom für die Bodenfluidisierung wurden 15 bis 50 m³/h i.N. (entsprechend einer Fluidisierungsgeschwindigkeit von 0,08-0,27 m/s i.N.) eingedüst. Die in die Nachbrennkammer eintretende Rauchgasmenge betrug 800 bis 1400 m³/h i.N. bei einer Temperatur von 1200°C bis 1600°C.

Typisch war eine Rauchgasmenge von 1200 m³/h i.N. und 1500°C bei einer durch Lanzen eingeführte Hilfsgasmenge von 150 m³/h i.N. und gegebenenfalls einer weiteren Hilfsgasmenge für die Bodenfluidisierung von 15 m³/h i.N.

Das Verhältnis des Aussendurchmessers der Bodenrandzone 6 zum Durchmesser des Kanals 4 bzw. der Austrittsöffnung 8 für den Kernstrahl beträgt vorzugsweise 3:1 bis 10:8. Wie bereits einleitend erwähnt, wurde bei Verfahren gemäss dem Stand der Technik beobachtet, dass Feststoffpartikel bzw. die Flugasche in Randbereichen der Wirbelschicht aufgrund einer Gasrückströmung und der Schwerkraft wieder nach unten sinken. Bereits das Vorhandensein der ringförmigen Bodenrandzone 6 um den Kanal 4 vermindert die Ansammlung der Feststoffpartikel im unteren Teil des Reaktors. Durch die mittels Düsen 9 und/oder Bodenöffnungen 10, 10' eingeleiteten Hilfsgasströme H wird erfindungsgemäss verhindert, dass sich diese Feststoffpartikel im unteren verjüngten Reaktorteil ansammeln und dort umgewälzt werden. Die Hilfsgasströme H wirbeln die Feststoffpartikel wieder auf, lockern sie auf, halten sie in der Schwebe und fördern sie in den Kernstrahl K, ohne dass es zu Ablagerungen und Anbackungen kommt. Allfällige Grobasche kann problemlos abgezogen werden (der Grobaschenabzug ist in Fig. 1 und 2 mit 11, die Abzugsrichtung mit einem Pfeil A bezeichnet). Der Grobaschenabzug ermöglicht die Optimierung des Druckabfalls im Wirbelschichtreaktor. Dadurch wird auch eine geringere Saugzugleistung benötigt, was eine einfachere Konstruktion der Anlage ermöglicht. Zudem wird durch das erfindungsgemässe Verfahren ein ruhigerer Betrieb erzielt, der von Pulsationen in der Prozessgaszufuhr weniger abhängig ist.

Beim erfindungsgemässen Verfahren wird sowohl

der intern als auch der extern geführte Feststoffpartikelumlauf gesteigert. Die gute Einmischung von Feststoffpartikeln mittels Hilfgasströmen in den Kernstrahl bewirkt einen sehr guten Quencheffekt (z.B. von 1600°C auf 900°C). Dies ist beispielsweise für die Rauchgaskühlung von besonderer Bedeutung. Die vorstehend erwähnte Steigerung des Feststoffpartikelumlaufes hat auch eine Steigerung der im Fließbettkühler gewinnbaren zur Weiterverwendung bestimmten Wärmeenergie zur Folge.

Bei der Nachverbrennung können hohe Temperaturen vermieden werden, da infolge der ausgezeichneten Gas-Feststoffdurchmischung die Verbrennungswärme praktisch in situ abgeführt wird.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens bzw. des erfindungsgemässen Wirbelschichtreaktors besteht in der Herbeiführung einer stetigen Suspensionsdichteverteilung in der zirkulierenden Wirbelschicht mit venturiartigem Einlauf und dadurch eine optimale Prozessführung innerhalb der zirkulierenden Wirbelschicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Prozessgasen, insbesondere aus der Abfallverbrennung, in einer zirkulierenden Wirbelschicht, wobei die Prozessgase von unten über einen venturidüsenartigen Eintritt in die Wirbelschicht eingeführt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozessgase in einem Kernstrahl (K) in die Wirbelschicht eingeführt werden und gleichzeitig in einer ringförmigen Randzone (6), konzentrisch zum Kernstrahl (K), Hilfgasströme (H) in die zirkulierende Wirbelschicht eingedüst werden, derart, dass in Randbereichen der zirkulierenden Wirbelschicht nach unten sinkende Wirbelschicht-Feststoffpartikel in den Kernstrahl (K) gefördert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfgasströme (H) parallel zum Kernstrahl (K) eingedüst werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Hilfgas mindestens teilweise das Prozessgas verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Hilfgas ein weiteres Gas verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Aussendurchmessers der ringförmigen Randzone (6) zum Durchmesser des Kernstrahles (K) 3:1 bis 10:8 beträgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der ringförmigen Randzone (6) mittels der Hilfgasströme (H) eine gleichmässige Bodenfluidisierung erfolgt, wobei die mittlere Geschwindigkeit der Hilfgasströme (H) über die Bodenfläche der Randzone vorzugsweise 0,05 bis 0,3 m/s, gerechnet bei Normalbedingungen, beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Hilfgasströme (H) mit einer Austrittsgeschwindigkeit von 15 bis 75 m/s, gerechnet bei Normalbedingungen, eingedüst wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung einer Trockengasreinigung Feststoffpartikel, enthaltend ein Reagens und/oder Adsorptionsmittel, in der zirkulierenden Wirbelschicht verwendet werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zum Durchführen einer Nachverbrennung ein sauerstoffhaltiges Gas, vorzugsweise in Form von Hilfgasströmen (H), eingeführt wird.
10. Wirbelschichtreaktor (1, 1') zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem sich konisch nach oben erweiternden Diffusor-Bereich (2), der zusammen mit einem zylindrischen Kanal (4) und einem Konfusor (5) einen venturidüsenartigen Eintritt für die Prozessgase bildet, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Kanal (4) und der Diffusor-Wand (3) eine ringförmige Bodenrandzone (6) vorhanden ist, die eine Mehrzahl von gleichmässig verteilten konzentrisch zum zylindrischen Kanal (4) angeordneten Bodenöffnungen (10, 10') zum Eindüsen der Hilfgasströme (H) aufweist.
11. Wirbelschichtreaktor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Bodenöffnungen (10) mit Düsen (9) zum Eindüsen der Hilfgasströme (H) versehen sind.
12. Wirbelschichtreaktor nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Bodenöffnungen (10') in mehreren zum zylindrischen Kanal (4) konzentrischen Kreisen angeordnet sind.
13. Wirbelschichtreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zylindrische Kanal (4) in den Diffusor-Bereich (2) hineinragt.
14. Wirbelschichtreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zylindri-

sche Kanal (4) diffusorseitig mit der Bodenrandzone (6) fluchtet.

15. Wirbelschichtreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass oberhalb der Bodenrandzone (6) im unteren Diffusor-Bereich (2) ein Grobaschenabzug (11) angeordnet ist.

10

15

20

25

30

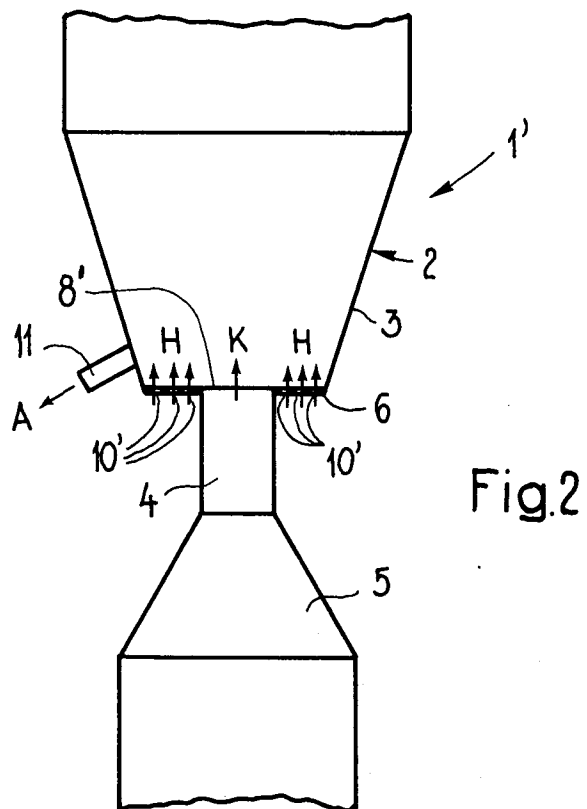
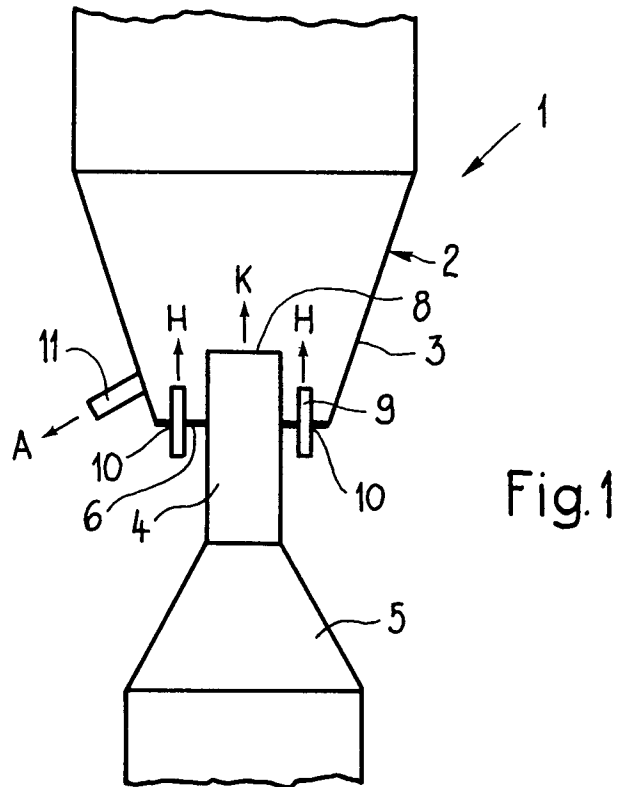
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 12 1573

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y,D	DE 33 07 848 A (METALLGESELLSCHAFT AG) * Seite 4, Absatz 2 - Seite 5, Absatz 1 * * Seite 7, Absatz 6 - Seite 8, Absatz 1 * * Seite 11, Absatz 2 - Seite 11, Absatz 3 * * Abbildung 1 *	1,8,9	F23G7/06 F23G5/30 F23J15/02 F23J15/06 F23C11/02
Y,D	US 4 934 282 A (ASA1) * Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 27; Abbildungen 1,2 *	1,8,9	
A	US 4 191 544 A (BOLL) * Spalte 2, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 14 * * Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 21 * * Abbildungen 1,2 *	1-3,6,8	
A	GB 1 120 003 A (US ATOMIC ENERGY COMMISSION) * Seite 3, Zeile 17 - Seite 3, Zeile 49 * * Seite 3, Zeile 105 - Seite 3, Zeile 128 * * Seite 4, Zeile 50 - Seite 4, Zeile 65 * * Abbildungen 2,3 *	1-3, 10-12	
A	FR 2 644 795 A (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) * Seite 2, Zeile 25 - Seite 3, Zeile 20; Abbildungen 1,4,5 *	1,2,4	
A	EP 0 733 400 A (GRAF-EPE GMBH) * Spalte 3, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 29; Abbildung 1 *	10,14	
A	US 5 422 080 A (SINN) 6.Juni 1995 -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 7.April 1998	Prüfer Phoa, Y
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)